

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-182857

(43)Date of publication of application : 23.07.1993

(51)Int.Cl.

H01G 4/06

H01G 4/38

H01G 7/06

(21)Application number : 03-346683

(71)Applicant : ROHM CO LTD

(22)Date of filing : 27.12.1991

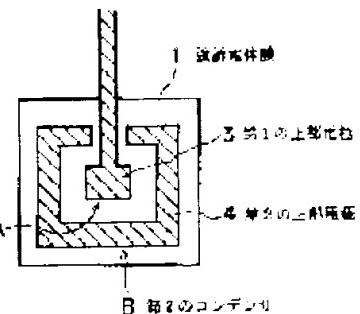
(72)Inventor : HOSHIBA KAZUHIRO

(54) THIN FILM CAPACITOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a thin film capacitor in which a polarizing direction of a ferroelectric film is inverted to be switched to vary a switching time in the capacitor using the film.

CONSTITUTION: The thin film capacitor comprises a first capacitor A having electrodes 3 formed on both side surfaces of a ferroelectric film 1 and an auxiliary second capacitor B so formed as to surround the periphery of the capacitor A in such a manner that a switching time of the capacitor A is regulated by an electric field applied to the capacitor B.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 26.12.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-182857

(43)公開日 平成5年(1993)7月23日

(51)IntCL ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 G 4/06	102	7924-5E		
4/38		9174-5E		
7/06		8019-5E		

審査請求 未請求 請求項の数 5(全 5 頁)

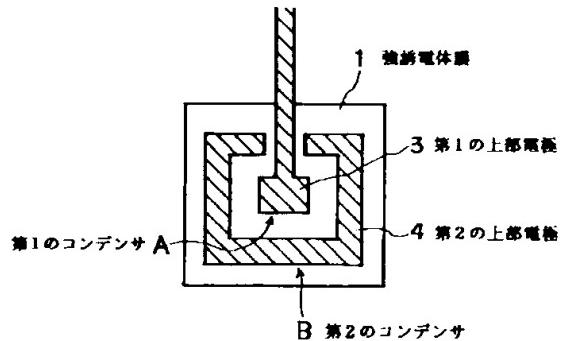
(21)出願番号	特願平3-346683	(71)出願人	000116024 ローム株式会社 京都府京都市右京区西院溝崎町21番地
(22)出願日	平成3年(1991)12月27日	(72)発明者	干場 一博 京都市右京区西院溝崎町21番地 ローム株式会社内
		(74)代理人	弁理士 朝日奈 宗太 (外2名)

(54)【発明の名称】 薄膜コンデンサ

(57)【要約】

【目的】 強誘電体膜を利用したコンデンサで、強誘電体膜の分極方向を、反転させてスイッチングするスイッチング時間を変化させることができる薄膜コンデンサを提供する。

【構成】 強誘電体膜1を該強誘電体膜の両面に形成された電極2、3とで構成される第1のコンデンサAと、該第1のコンデンサAの周囲を取り巻くように形成された補助的な第2のコンデンサBとからなり、該第2のコンデンサBに印加された電界により第1のコンデンサAのスイッチング時間を調整するようにした薄膜コンデンサ。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 強誘電体膜と、該強誘電体膜の両面にそれぞれ形成された電極とで構成される第1のコンデンサと、該第1のコンデンサの周囲を取り巻くように前記強誘電体膜の両面にそれぞれ形成された電極とで構成される補助的な第2のコンデンサとからなる薄膜コンデンサ。

【請求項2】 第2のコンデンサのいずれか一方の電極と第1のコンデンサの一方の電極とが連続的に形成されてなる請求項1記載の薄膜コンデンサ。

【請求項3】 第2のコンデンサの両電極がそれぞれ第1のコンデンサの電極と独立して形成されてなる請求項1記載の薄膜コンデンサ。

【請求項4】 第2のコンデンサを構成する電極の一部に切欠部が形成され、該切欠部の前記強誘電体膜上に第1のコンデンサを構成する電極の配線膜が形成され、前記両電極が電気的に分離されてなる請求項1記載の薄膜コンデンサ。

【請求項5】 第2のコンデンサを構成する電極が無端縁状に形成され、第1のコンデンサを構成する電極の配線膜が、第2のコンデンサの電極上を絶縁膜を介して引き出されていることを特徴とする請求項1記載の薄膜コンデンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はメモリ素子などに使われる強誘電体膜を使用した薄膜コンデンサに関する。さらに詳しくは、外部からの電圧印加により分極反転を行うとき、分極反転のスイッチング時間を変化できる薄膜コンデンサに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、強誘電体膜を使用した薄膜コンデンサはその残留分極を利用して記憶素子として利用されている。そのような記憶素子として使用される一例を図9に等価回路図で、図10に構造の断面図で示す。

【0003】これらの図において、12は強誘電体膜、13は下部電極、14は拡散層、15はゲート電極、16は第1層間絶縁膜、17は第2層間絶縁膜、18はAl配線膜、19はフィールド酸化膜、20は上部電極である。この構造の記憶素子は、1個のトランジスタ22と強誘電体膜12、下部電極13、上部電極20により構成される1個のコンデンサ21を接続したもので、コンデンサ21に正または負の抗電界を超えた充分に大きい電圧を印加すると、強誘電体のヒステリシスの性質により正または負の残留分極を生じさせる。この残留分極が生じたコンデンサ21に一定極性の電圧パルスを印加することにより、残留分極を生じさせた情報を読み出すことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この強誘電体膜コンデンサの分極反転のスイッチング時間は一般に

【0005】

【数1】

$$t_s = t_0 \exp\left(\frac{\alpha}{E}\right) \text{ または } t_s = kE^{-n}$$

【0006】で与えられる。ここで、 α は活性化電界、 t_0 、 k 、 n は定数、 E は電界である。そのため、スイッチング時間を変化させるためには、印加する電界を変えなければ、同一試料では変化させることができないと

10 いう問題がある。

【0007】一方、メモリを高速動作させるため、強誘電体コンデンサのスイッチング時間をより高速化させたいばかりがある。

【0008】本発明はこのような状況に鑑み、コンデンサの両電極間に印加する電圧を変えることなく、スイッチング時間を変化させることができる強誘電体膜を使用した薄膜コンデンサを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による薄膜コンデンサは、強誘電体膜と、該強誘電体膜の両面にそれぞれ形成された電極とで構成される第1のコンデンサと、該第1のコンデンサの周囲を取り巻くように前記強誘電体膜の両面にそれぞれ形成された電極とで構成される補助的な第2のコンデンサとからなることを特徴とするものである。

【0010】

【作用】本発明によれば、強誘電体膜の両面に形成された電極で構成されるコンデンサの周囲に該コンデンサを取り巻くように、さらに補助用の第2のコンデンサが形成され、該第2のコンデンサにも独立の電界を印加できる構成としているため、該補助用の第2のコンデンサの電界の大きさおよび極性を調整することにより、本来のコンデンサとして使用する第1のコンデンサのスイッチング時間を変化できる。

【0011】すなわち、補助用の第2のコンデンサの分極方向を「上向き」にして、第1のコンデンサの分極方向を「下向き」から「上向き」に反転させると、補助用の第2のコンデンサの「上向き」の分極が第1のコンデンサにも作用して、第1のコンデンサの「上向き」反転を助長し、反転時間が第2のコンデンサのないばかりに比して短くなる。

【0012】また、補助用の第2のコンデンサの分極方向を「上向き」にして、第1のコンデンサの分極方向を「上向き」から「下向き」に反転させると、第2のコンデンサの「上向き」の分極が第1のコンデンサの「下向き」反転を妨げる方向に働き、反転時間が第2のコンデンサのないばかりに比して長くなる。

【0013】また、この第1のコンデンサの反転時間の変化は、第2のコンデンサの印加電圧に応じて変化させる。すなわち、強誘電体膜はある電圧以上を印加する

40

50

3

と分極量は飽和するが、低い電圧のあいだは印加電圧と分極の大きさは比例的に変化し、第2のコンデンサの分極の程度により第1のコンデンサの分極反転のスイッチング時間を左右する。

【0014】したがって第2のコンデンサの両電極間に印加する電圧の大きさおよび極性により本来のコンデンサのスイッチング時間を自由に調整できる。

【0015】

【実施例】つぎに図面に基づいて本発明について説明する。図1は本発明の一実施例である薄膜コンデンサの平面説明図で、図2はその断面図である。これらの図において、1はたとえばPZT ($PbZr_{1-x}Ti_xO_3$) の強誘電体膜で、2は強誘電体膜1の両面に形成された電極の一方である下部電極、3は他方の電極である第1の上部電極である。4は第1の上部電極3の周囲を取り巻くように形成された第2の上部電極で、強誘電体膜1を介して下部電極2とのあいだに第2のコンデンサBを構成している。

【0016】すなわち、この実施例では第2のコンデンサBを構成する下部電極は第1のコンデンサAの下部電極2と連続して形成されているため、両コンデンサの共用の下部電極となるものである。

【0017】この第1のコンデンサAと第2のコンデンサBの電極は両方共別々に形成してもよいし、本実施例のように一方の電極のみ共用してもよい。しかし第2のコンデンサBを形成するため、第2のコンデンサBの少なくとも一方の電極は第1のコンデンサAの電極と独立に形成されなければならない。

【0018】強誘電体膜1はその両面に形成された電極*

表

*により電界が印加された部分だけ分極され、電極のない部分は電界が印加されないため分極されず、強誘電体膜1が広く形成されても、電極が形成されていない部分は何ら影響しない。また、電極が強誘電体膜1の両面に形成されて電圧が印加されたとき、始めて強誘電体膜1に電界が印加され、一方の電極だけでは電界が印加されないため、前述の実施例でも上部電極3、4の形成された部分の強誘電体膜1の面積だけがコンデンサとして動作し、一方の電極のない部分はコンデンサとならない。

【0019】一方、第1のコンデンサAと第2のコンデンサBとは非常に接近して形成されており、周囲の分極状態が第1のコンデンサAの分極反転に影響する。そのため第2のコンデンサBの分極方向が「上向き」のとき第1のコンデンサAの分極を「下向き」から「上向き」に反転させるばあい、第2のコンデンサBの分極方向に引きずられてスイッチング時間 t_s は第2のコンデンサがないばあいのスイッチング時間 t_{so} に比べて小さくなる。

【0020】また逆に、第2のコンデンサBの分極方向は「上向き」のままで、第1のコンデンサAの分極方向を「上向き」から「下向き」に反転させるばあいには、第2のコンデンサBである周囲の分極に妨げられてスイッチング時間 t_s は第2のコンデンサBがないばあいのスイッチング時間 t_{so} より大きくなる。第2のコンデンサBの分極方向が「下向き」のはあいも含めて以上の関係をまとめると表1のようになる。

【0021】

【表1】

1

第2のコンデンサBの分極方向	第1のコンデンサAの分極反転方向	スイッチング時間
「上向き」	「下向き」→「上向き」	$t < t_{so}$
「上向き」	「上向き」→「下向き」	$t > t_{so}$
「下向き」	「下向き」→「上向き」	$t > t_{so}$
「下向き」	「上向き」→「下向き」	$t < t_{so}$

【0022】つぎに、この薄膜コンデンサの製法の一例について説明する。図3～5は本発明の一実施例である薄膜コンデンサの製造工程を説明する図である。

【0023】まず、図3に示すように、シリコン半導体基板5に約900°C、約90分間の熱酸化を行って約3000オングストロームの二酸化ケイ素膜6を形成し、ついでスパッタ法により下部電極2となる白金金属膜7を約3000オングストローム、デポジションする。この基板はシリコン基板への二酸化ケイ素膜に限定されるものではな

※く、他の炭化ケイ素やヒ化ガリウムなどの半導体基板と他の絶縁膜またはガラスやセラミックスなどの絶縁基板に直接下部電極2となる金属膜7を形成することもできる。

【0024】つぎに、図4に示すように白金金属膜7をパターニングして下部電極2を形成する。このパターニングはホトレジストなどでマスクをしてイオンミリングなどにより不要部分を除去することにより行う。そのうち、強誘電体材料であるPZTをたとえば、スパッタ法

※50

により約5000オングストローム、デポジションする。このPZTの形成法はスパッタ法以外でもMOCVD法やゾルゲル法などで形成することもできる。そのちイオンミーリングなどによりPZTをバーニングして不要部分を除去し、強誘電体膜1を形成する。この強誘電体材料はPZT以外のPbTiO₃やPLZT((Pb_{1-x}L_x)(Zr_{1-y}Ti_y)_{1-x/4}O₃)などが自発分極が大きいため有用されるが、他の強誘電体材料でもよい。

【0025】つぎに図5に示すように、強誘電体膜1の上にさらに上部電極とする白金金属膜をスパッタ法などにより約3000オングストローム、デポジションし、イオンミーリングなどでバーニングして第1のコンデンサAの第1の上部電極3および第2のコンデンサの上部電極となる第2の上部電極4を形成する。この上部電極の形状は図1に示すように第2の上部電極4が第1の上部電極3の周囲を取り巻くように形成し、第1の上部電極の電極配線部分だけ第2の上部電極が切欠されるようにバーニングする。

【0026】この上部電極も下部電極と同様他の材料を使用することができ、また、下部電極を第1のコンデンサA用と第2のコンデンサB用とに分離し、上部電極を分離しないで連続に形成したり、上下両電極とも分離して形成するばあいでも、同様に電極用材料をバーニングすることにより簡単に形成できる。

【0027】図6～7に本発明による薄膜コンデンサの他の形状の例を示す。図6では第1のコンデンサAの電極を円形状に形成して円形状コンデンサを形成したばあいの平面図で、この場合は第2のコンデンサBを形成する第2の上部電極4も第1の上部電極3の周囲を取り巻くように円形リング状に形成することにより、前述のスイッチング速度を第2のコンデンサに印加する電圧によりコントロールできる。

【0028】図7に示す構造は第2のコンデンサBの第2の上部電極4を第1の上部電極3の周囲を完全に包囲して形成した例であり、特性的にはこの方が好ましい。このばあいは、第1の上部電極3の配線膜9をたとえばアルミニウム膜などにより別途形成する必要があり、第1の上部電極3とコンタクト10をとり、その第2の上部電極4と交差する部分は層間絶縁膜8を介して配線することにより両電極を電気的に分離して外部に両電極を取り出すことができる。図7は上部電極部分のみの平面図を示しているが、実際の構造の断面図は図8に示すよう

になり、配線膜9は層間絶縁膜8の上を配線されており、第2の上部電極4とは絶縁されている。なお、図8で他の符号は図5と同じ部分をさす。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、従来のコンデンサの周囲に第2のコンデンサを形成して第2のコンデンサの分極状態を制御できるようにしているため、本来の第1のコンデンサのスイッチング速度を自由に調整することができ、メモリの高速動作などの面で非常に効果がある。

【0030】さらに本発明による第2のコンデンサは電極形成時のバーニングのマスクを変えるだけで、工程数は増えず、面積が僅かに増えるだけで済み、コスト的には殆んど影響を受けず、スイッチング特性を大幅に向かうという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である薄膜コンデンサの平面説明図である。

【図2】図1の実施例の断面図である。

【図3】図1の実施例の薄膜コンデンサの製造工程を示す説明図である。

【図4】図1の実施例の薄膜コンデンサの製造工程を示す説明図である。

【図5】図1の実施例の薄膜コンデンサの製造工程を示す説明図である。

【図6】本発明の他の実施例である薄膜コンデンサの平面説明図である。

【図7】本発明のさらに他の実施例である薄膜コンデンサの平面説明図である。

【図8】図7の構造の薄膜コンデンサの断面構造説明図である。

【図9】強誘電体膜コンデンサを使用してメモリ素子を構成する一例の等価回路図である。

【図10】強誘電体膜コンデンサを使用してメモリ素子を構成する一例の半導体構造を説明する図である。

【符号の説明】

1 強誘電体膜

2 下部電極

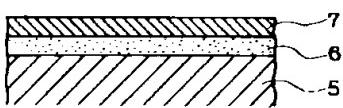
3 第1の上部電極

4 第2の上部電極

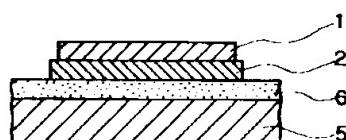
A 第1のコンデンサ

B 第2のコンデンサ

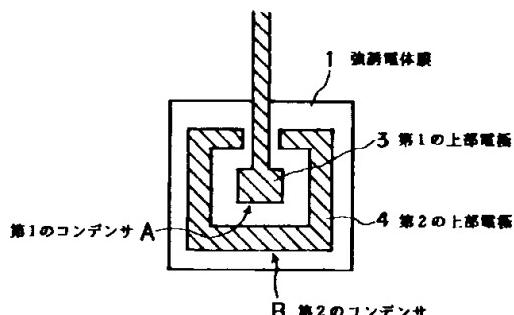
【図3】



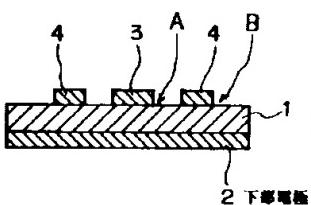
【図4】



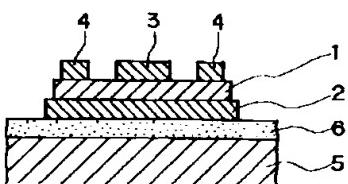
【図1】



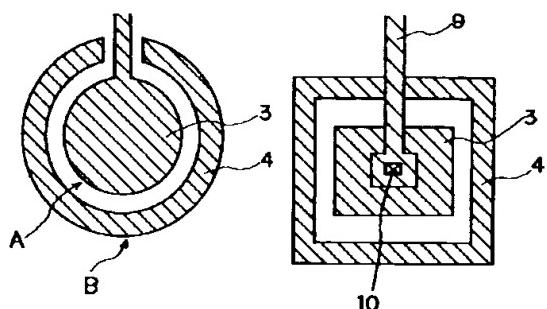
【図2】



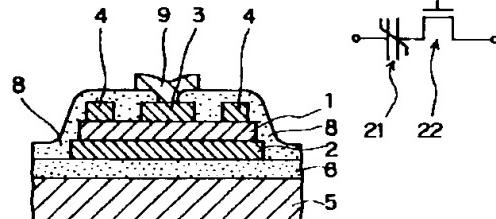
【図5】



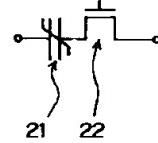
【図6】



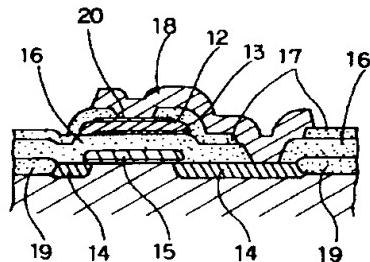
【図7】



【図8】



【図10】



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the thin film capacitor which used the ferroelectric film used for a memory device etc. In more detail, when the voltage impression from the outside performs polarization reversal, it is related with the thin film capacitor which can change the switching time of polarization reversal.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the thin film capacitor which used the ferroelectric film is used as a storage element using the remanence. A representative circuit schematic shows to drawing 9 , and the cross section of structure shows an example used as such a storage element to drawing 10.

[0003] these drawings -- setting -- 12 -- a ferroelectric film and 13 -- a lower electrode and 14 -- for an insulator layer and 17, as for aluminum wiring film and 19, an insulator layer and 18 are [a diffusion layer and 15 / a gate electrode and 16 / a field oxide film and 20] up electrodes between the 2nd layer between the 1st layer The storage element of this structure is what connected with one transistor 22 one capacitor 21 constituted by the ferroelectric film 12, the lower electrode 13, and the up electrode 20, and if the voltage large enough which exceeded positive or negative anti-electric field to the capacitor 21 is impressed, a positive or negative remanence will be produced with the property of the hysteresis of a ferroelectric. The information which produced the remanence can be read by impressing a polar fixed voltage pulse to the capacitor 21 which this remanence produced.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, generally the switching time of polarization reversal of this ferroelectric film capacitor is [0005].

[Equation 1]

$$t_s = t_0 \exp\left(\frac{\alpha}{E}\right) \text{ または } t_s = kE^{-n}$$

[0006] It is come out and given. Here, alpha is [a constant and E of activation electric field, t0, k, and n] electric fields. Therefore, if the electric field to impress are not changed in order to change the switching time, by the same sample, there is a problem of the ability not to make it change.

[0007] On the other hand, in order to carry out high-speed operation of the memory, there is a case where he wants to make the switching time of a ferroelectric capacitor accelerated more.

[0008] this invention aims at offering the thin film capacitor which used the ferroelectric film to which the switching time can be changed, without changing the voltage impressed between the two electrodes of a capacitor in view of such a situation.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The thin film capacitor by this invention is characterized by the bird clapper from the 2nd auxiliary capacitor which consists of the 1st capacitor which consists of a ferroelectric film and an electrode formed in both sides of this ferroelectric film, respectively, and an electrode formed in both sides of the aforementioned ferroelectric film, respectively so that the circumference of this 1st capacitor might be surrounded.

[0010]

[Function] So that this capacitor may be surrounded around the capacitor which consists of electrodes formed in both sides of a ferroelectric film according to this invention Since it is considering as the composition which the

2nd capacitor further for assistance is formed and can impress electric field independent also of this 2nd capacitor. By adjusting the size of the electric field of the 2nd capacitor for this assistance, and polarity, the switching time of the 1st capacitor used as an original capacitor can be changed.

[0011] namely, the case where "upward" polarization of the 2nd capacitor for assistance acts also on the 1st capacitor, and promotes "upward" reversal of the 1st capacitor, and reversal time does not have the 2nd capacitor when the direction of polarization of the 2nd capacitor for assistance is turned "upward" and the direction of polarization of the 1st capacitor is reversed "upward" from "facing down" -- comparing -- short --
**** -- **

[0012] Moreover, if the direction of polarization of the 2nd capacitor for assistance is turned "upward" and the direction of polarization of the 1st capacitor is reversed "downward" from "facing up", it will work in the direction in which "upward" polarization of the 2nd capacitor bars "downward" reversal of the 1st capacitor, and reversal time will become long as compared with the case where there is no 2nd capacitor.

[0013] Moreover, change of the reversal time of this 1st capacitor is changed according to the applied voltage of the 2nd capacitor, and it deals in it. Namely, if a ferroelectric film impresses more than a certain voltage, although saturated, between low voltage, applied voltage and the size of polarization will change-like proportionally, and, as for the amount of polarization, the switching time of polarization reversal of the 1st capacitor will be influenced according to the grade of polarization of the 2nd capacitor.

[0014] Therefore, the size of voltage and polarity which are impressed between the two electrodes of the 2nd capacitor can adjust the switching time of an original capacitor freely.

[0015]

[Example] Based on a drawing, this invention is explained below. Drawing 1 is flat-surface explanatory drawing of the thin film capacitor which is one example of this invention, and drawing 2 is the cross section. In these drawings, 1 is the ferroelectric film of PZT ($PbZr_{1-x}Ti_xO_3$), on the other hand, the electrode formed in both sides of the ferroelectric film 1 comes out of 2, and a certain lower electrode and 3 are 1st up electrode which is the electrode of another side. 4 is the 2nd up electrode formed so that the circumference of the 1st up electrode 3 might be surrounded, and constitutes the 2nd capacitor B between the lower electrodes 2 through the ferroelectric film 1.

[0016] That is, since the lower electrode which constitutes the 2nd capacitor B from this example is continuously formed with the lower electrode 2 of the 1st capacitor A, it turns into a common lower electrode of both capacitors.

[0017] The electrode of this 1st capacitor A and the 2nd capacitor B may form both separately, and may share only an electrode like this example in while. However, in order to form the 2nd capacitor B, one [at least] electrode of the 2nd capacitor B must be formed independently of the electrode of the 1st capacitor A.

[0018] Polarization only of the portion to which electric field were impressed by the electrode by which the ferroelectric film 1 was formed in the both sides is carried out, and even if polarization of the portion without an electrode is not carried out since electric field are not impressed, but the ferroelectric film 1 is formed widely, the portion in which the electrode is not formed does not influence at all. Moreover, the portion which only the area of the ferroelectric film 1 of the portion in which the up electrodes 3 and 4 were formed also in the above-mentioned example since it begins when an electrode is formed in both sides of the ferroelectric film 1 and voltage is impressed, and electric field were impressed to the ferroelectric film 1 and electric field were not impressed only by one electrode operates as a capacitor, and does not have one electrode does not serve as a capacitor.

[0019] On the other hand, the 1st capacitor A and the 2nd capacitor B approach very much, it is formed, and a surrounding polarization state influences polarization reversal of the 1st capacitor A. Therefore, when the direction of polarization of the 2nd capacitor B is "upward" and it reverses polarization of the 1st capacitor A "upward" from "facing down", it is dragged in the direction of polarization of the 2nd capacitor B, and switching-time t becomes small compared with the switching time tso in case there is no 2nd capacitor.

[0020] Moreover, conversely, the direction of polarization of the 2nd capacitor B is barred by polarization of the circumference which is the 2nd capacitor B when reversing the direction of polarization of the 1st capacitor A "downward" from "facing up" in the "upward" state, and switching-time t becomes larger than the switching time tso in case there is no 2nd capacitor B. If the above relation is summarized [include] when the direction of polarization of the 2nd capacitor B is "downward", it will become as it is shown in Table 1.

[0021]

[Table 1]

表 1

第2のコンデンサBの分極方向	第1のコンデンサAの分極反転方向	スイッチング時間
「上向き」	「下向き」→「上向き」	$t < t_{so}$
「上向き」	「上向き」→「下向き」	$t > t_{so}$
「下向き」	「下向き」→「上向き」	$t > t_{so}$
「下向き」	「上向き」→「下向き」	$t < t_{so}$

[0022] Below, an example of the process of this thin film capacitor is explained. Drawing 3 -5 are drawing explaining the manufacturing process of the thin film capacitor which is one example of this invention.

[0023] First, as shown in drawing 3 , about 900 ** and thermal oxidation for about 90 minutes are performed to the silicon semiconductor substrate 5, about 3000A silicon-dioxide film 6 is formed, and the deposition of about 3000A of the platinum metal membranes 7 which subsequently serve as the lower electrode 2 by the spatter is carried out. This substrate is not limited to the silicon-dioxide film to a silicon substrate, and can also form the metal membrane 7 which serves as the direct lower electrode 2 at insulating substrates, such as semiconductor substrates, such as other silicon carbide and gallium arsenide, other insulator layers or glass, and ceramics.

[0024] Next, as shown in drawing 4 , patterning of the platinum metal membrane 7 is carried out, and the lower electrode 2 is formed. This patterning is performed by carrying out a mask by the photoresist etc. and removing a garbage by ion milling etc. The deposition of about 5000A of the PZT(s) which are ferroelectric material is carried out by the spatter after it. This method of forming PZT can also be formed by the MOCVD method, the sol gel process, etc. also except a spatter. Patterning of the PZT is carried out by the after ion milling etc., a ferroelectric film 1 is formed. this ferroelectric material -- PbTiO₃ other than PZT PLZT (Pb_{1-x} La_x) (Zr_{1-y} Ti_y) (1-x/4 O₃) etc. -- although useful is carried out since spontaneous polarization is large, other ferroelectric material is sufficient

[0025] As shown in drawing 5 below, the 2nd up electrode 4 which carries out the deposition of about 3000A of the platinum metal membranes further used as an up electrode by the spatter etc., carries out patterning by ion milling etc., and turns into the 1st up electrode 3 of the 1st capacitor A and an up electrode of the 2nd capacitor is formed on the ferroelectric film 1. Besides, as shown in drawing 1 , the configuration of a section electrode is formed so that the 2nd up electrodes 4 may surround the circumference of the 1st up electrode 3, and it carries out patterning only of the electrode wiring portion of the 1st up electrode so that the 2nd up electrode may be cut.

[0026] Even when forming in continuation without being able to use other materials like [a section electrode] a lower electrode besides, and dividing a lower electrode into the object for 1st capacitor A, and 2nd capacitor B and separating an up electrode, or separating and forming vertical two electrodes, it can form easily by carrying out patterning of the material for electrode similarly.

[0027] The example of other configurations of the thin film capacitor by this invention is shown in drawing 6 - 7. In drawing 6 , it is a plan at the time of forming the electrode of the 1st capacitor A in a circle configuration, and forming a circle configuration capacitor, and can control with the voltage which impresses the above-mentioned switching speed to the 2nd capacitor by forming in the shape of a circular ring so that the 2nd up electrodes 4 which forms the 2nd capacitor B in this case may also surround the circumference of the 1st up electrode 3.

[0028] The structure shown in drawing 7 is the example which surrounded the circumference of the 1st up electrode 3 completely, and formed the 2nd up electrode 4 of the 2nd capacitor B, and is desirable in property.

[of this gentleman] In this case, it is necessary to form separately the wiring film 9 of the 1st up electrode 3 for example, with an aluminum film etc., and the 1st up electrode 3 and contact 10 are taken, and by wiring through the layer insulation film 8, the portion which intersects the 2nd up electrode 4 can separate two electrodes

electrically, and can take out two electrodes outside. Although drawing 7 shows the plan of only up electrode section, the cross section of actual structure comes to be shown in drawing 8 , and the wiring film 9 is wired in the layer insulation film 8 top, and is insulated in the 2nd up electrode 4. In addition, other signs put the same portion as drawing 5 with drawing 8 .

[0029]

[Effect of the Invention] Since the 2nd capacitor is formed in the circumference of the conventional capacitor and it enables it to control the polarization state of the 2nd capacitor according to this invention as explained above, the switching speed of the 1st original capacitor can be adjusted freely, and it is very effective in respect of the high-speed operation of memory etc.

[0030] Furthermore the 2nd capacitor by this invention only changes the mask of patterning at the time of electrode formation, and the number of processes does not increase, but its area just needs to increase slightly, and it is not ***** influenced in cost, but is effective in the ability to improve a switching characteristic sharply.

[Translation done.]